

Ruppersberg, Klaus; Peper-Bienzeisler, Renate; Nick, Sabine  
**Teste Dein Wissen mit Aufgaben aus der ChemieOlympiade: Great Pacific  
Garbage Patch: Plastikmüll im Meer**

*formal überarbeitete Version der Originalveröffentlichung in:*

*formally revised edition of the original source in:*

*Chemie konkret : CHEMKON 21 (2014) 4, S. 191-192*



Bitte verwenden Sie beim Zitieren folgende URN /  
Please use the following URN for citation:  
urn:nbn:de:01111-pedocs-130463

#### **Nutzungsbedingungen**

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

#### **Terms of use**

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

#### **Kontakt / Contact:**

peDOCS  
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz  
Leibniz-Gemeinschaft

# Teste dein Wissen mit Aufgaben aus der ChemieOlympiade!

## Great Pacific Garbage Patch: Plastikmüll im Meer

Die „Neue Züricher Zeitung“ schrieb im Jahre 2009 unter dem Titel ‚Eine Ahnung von Apokalypse‘: „Kapitän Charles Moore hat im Pazifik einen neuen Kontinent entdeckt, viermal so groß wie Deutschland. Lieber hätte er ihn nicht gefunden.“ [1]. Damit ist eine riesige Müllscheibe gemeint, die Great Pacific Garbage Patch, kurz GPGP genannt wird. Weiter heißt es in der Zeitung: „Der «Garbage Patch» ist eine riesige Abfalldeponie mitten im Pazifik. Angetrieben von den Strömungen, sammeln sich hier unvorstellbare Mengen von Plastic. Dabei ist das, was man sieht, nicht einmal das Schlimmste: Der grösste Teil des biologisch nicht abbaubaren Kunststoffs wird zu kleinsten Krümeln zerrieben, die das Meer und die Fische vergiften.“ [1]



Quelle: NOAA/Marine Debris Program

Die Existenz solcher Müllscheiben (und vier weitere, siehe unten) wurde von Curtis Ebbesmeyer, einem Ozeanographen aus Seattle, USA, vorhergesagt. Er hatte aufgrund von Meeresströmungen errechnet, dass sich Styroporbecher, Plastikflaschen, Waschmittelkanister, Plastikhüllen, Kunststoffseile, Netze, Kleinteile aller Formen und Farben irgendwo treffen und sammeln müssen [1].

Um zu verstehen, warum das so ist, kannst du das folgende Experiment durchführen, das du mit Erlaubnis deiner Eltern ohne

Sorge in der Küche durchführen kannst.

### Versuch 1: Plastikmüll einfach trennen

**Durchführung:** Für den Versuch brauchst du eine Küchenwaage, 3 Wassergläser, Wasser, Kochsalz (40 g), Zucker (65 g), 1 Löffel sowie jeweils 5 kleine Plastikschnipsel von folgenden Kunststoffabfällen: Polyethylen, aufgeschäumtes und unaufgeschäumtes Polystyrol, Hart-PVC und Weich-PVC. Zerkleinere die Plastikteile (z. B. mit einer Zange oder Gartenschere) so, dass sie etwa gleich groß sind. Gib alle Schnipsel in das erste Glas, das 200 mL Wasser enthält. Schöpfe nun mit dem Löffel ab, was oben schwimmt: Das ist entweder Polyethylen (Dichte  $0,94 \text{ g/cm}^3$ ) oder aufgeschäumtes Polystyrol. Gieße nun das Wasser ab und gib die Reste in das nächste Glas, in dem du 40 g Kochsalz in 200 mL Wasser gelöst hast. Unaufgeschäumtes Polystyrol, z. B. von einem alten Joghurtbecher, schwimmt oben. Schöpfe auch dies mit dem Löffel ab und gib die Bestandteile, die unten schwimmen, in das nächste Glas, in welchem 65 g Haushaltszucker in 100 mL Wasser gelöst sind (Geduld, es muss sich erst alles lösen!).

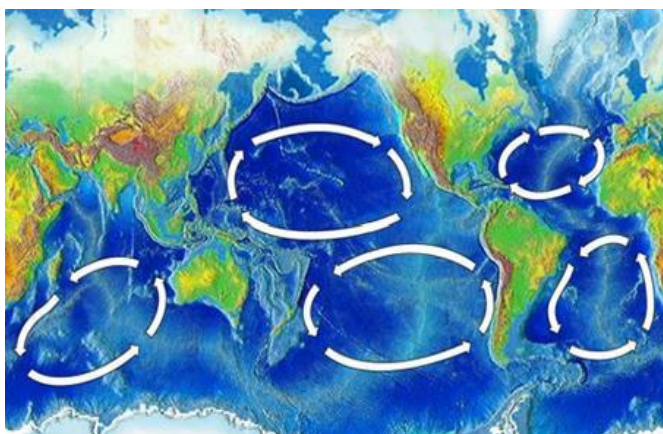
Nun sollte das Weich-PVC an der Oberfläche schwimmen, während das Hart-PVC unten bleibt.

**Ergebnis:** Diese Trennungsmethode nennt man Schwimm-Sink-Verfahren. Dieses beruht auf der unterschiedlichen Dichte der verwendeten Stoffe und Lösungen. Reines Wasser hat die Dichte  $1 \text{ g/cm}^3$ , die Salz-Lösung hat ungefähr die Dichte  $1,15 \text{ g/cm}^3$  und die Zucker-Lösung etwa  $1,3 \text{ g/cm}^3$  [2].

**Hinweis:** Wenn du dir nicht sicher bist, um welche Kunststoffe es sich handelt, kannst du dies am sog. Recycling-Code erkennen [3]. Sortenreine Kunststoffe werden eindeutig durch eine Abkürzung und eine Nummer gekennzeichnet. Schau einfach z. B. unter den Joghurt-Becher, da findest du bestimmt diese Information.

Wenn es dir Spaß gemacht hat, dann frage doch einmal deinen Lehrer oder deine Lehrerin, ob du das Experiment im Unterricht vorführen darfst.

### Wo genau findet sich der Plastikmüll?



Quelle: [http://de.wikipedia.org/wiki/Plastikmüll\\_in\\_den\\_Ozeanen](http://de.wikipedia.org/wiki/Plastikmüll_in_den_Ozeanen)

Plastikmüll in den Meeren ist ein globales Umweltproblem. Jedes Stück Plastik, das irgendwo auf der Welt in einen Fluss fällt, landet zwangsläufig im Meer. Plastikteile und kleinste abgeriebene Plastikteilchen sammeln sich insbesondere in den größeren Wirbeln der Meeresströmungen an und führen zu einer erheblichen Anhäufung in manchen Meeresregionen. Mittlerweile sind fünf solcher Regionen bekannt. Auf der abgebildeten Weltkarte sind die großen Meeresströmungen eingezeichnet.

Besonders problematisch ist, dass herkömmliche Kunststoffe nahezu nicht verrotten. Deshalb muss man die Menge an Kunststoffen mindern, die im Meer landen.

Eine Alternative wären biologisch abbaubare Kunststoffe. Diese bestehen aus Stärke, Cellulose, Lignin, Polymilchsäure, Casein, Chitin und weiteren natürlichen Rohstoffen [4].

## Versuch 2: Eine Folie aus Kartoffelstärke

**Hinweis:** Diesen Versuch musst du in der Schule mit deiner Chemielehrerin oder deinem Chemielehrer durchführen!

Mit diesem Experiment kannst du eine plastikähnliche Folie herstellen, vgl. dazu [8]: Du brauchst 20 mL demineralisiertes Wasser, 2,5 g Kartoffelstärke, 2 mL Glycerin, einen Tropfen Lebensmittelfarbstoff, ein 250 mL-Becherglas mit passendem Uhrglas, ein erhitzbares Wasserbad, eine Teigrolle, Schutzbrille, Kittel, einen Glasstab zum Umrühren und eine alte Klarsichthülle, die an der Seite aufgetrennt ist.

**Durchführung:** Vermische alle angegebene

Stoffe sorgfältig in dem Becherglas und erhitze im kochenden Wasserbad 15 Minuten lang, bis eine gelartige, fließfähige Flüssigkeit entsteht. Gieße das fertige Gel in die aufgeklappte Klarsichthülle, klappe die Klarsichthülle zu und walze mit der Teigrolle das Gel in der



Klarsichthülle zu einer dünnen Schicht aus. Lass alles über Nacht ruhen.

Am nächsten Tag kannst du der Klarsichthülle eine Folie aus Kartoffelstärke entnehmen, die in ihren Eigenschaften der Klarsichthülle ähnlich ist.

Geschäumte Kartoffelstärke wird zur Herstellung von Verpackungschips verwendet. Die kann man, anders als die aus aufgeschäumten Polystyrol, in Wasser lösen und recyceln oder kompostieren. Das ist wirklich umweltfreundlich und spart Müll! Falls ihr zu Hause wieder ein Paket mit Verpackungschips bekommt, teste einmal durch Lösever-

suche in Wasser, um welche Sorte es sich handelt oder prüfe durch den Iod-Stärke-Test mit  $KI_3$ -Lösung.

Mehr über biologisch abbaubare Kunststoffe [5] oder Kunststoffe aus Krabbenschalen oder Milch findest du in [6, 7].

## Warum sind einige Kunststoffe biologisch abbaubar und andere nicht?

Um es gleich vorweg zu sagen, es liegt nicht an der Herkunft! Es wäre also falsch zu sagen: „Alle Produkte aus Erdöl sind nicht biologisch abbaubar!“ Der wahre Grund liegt darin, dass die biologischen Organismen, die für den Abbau von „Biomüll“ zuständig sind, beim Abbau auf ihre Enzyme angewiesen sind. Diese Enzyme sind in der Lage, sich mit ihren aktiven Zentren an bestimmte Stellen der Kunststoffmoleküle (Polymere) anzulagern, z. B. an eine

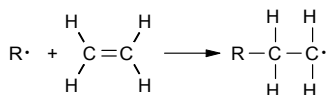
Esterbindung. Ein solches Enzym nennt man dann Esterase. Wenn das Polymer keine Estergruppen enthält, dann kann die Esterase auch nichts aufspalten, und es kann 200 Jahre dauern, bis der Kunststoff durch Sonnenlicht und Witterungseinflüsse verwittert ist. Sind jedoch von vornherein „chemische Sollbruchstellen“ eingeplant, dann kann der Kunststoff von Bakterien, Pilzen und anderen „Zersetzer“ enzymatisch zerlegt werden.

## Dazu noch eine IChO-Aufgabe aus der dritten Runde dieses Jahres

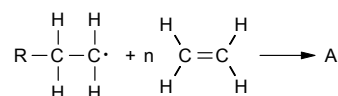
Viele Kunststoffe werden aus monomeren Bausteinen durch Polymerisation hergestellt. Eine Variante davon ist die Radikalische Polymerisation, in der es auch um der IChO-Aufgabe geht!

Das allgemeine Schema einer radikalischen Polymerisation eines Alkens lässt sich in drei Schritte unterteilen:

1. Schritt: Radikalstart



2. Schritt: Kettenverlängerung



3. Schritt: Kettenschluss



Geben Sie Strukturformeln der Polymere A bis D an!

## Zum Nachschlagen und Nachlesen

- [1] <http://folio.nzz.ch/2009/juli/eine-ahnung-von-apokalypse> (letzter Zugriff am 01.10.2014).
- [2] Brückmann, J., Arndt, E., Freitag, D., Gerhards, M. (2012). Kunststoffe im Unterricht. Aulis Verlag, Hallbergmoos 2012.
- [3] Die Nummern im Recyclingsymbol kannst du z. B. hier entschlüsseln: [www.tabelle.info/recycling\\_code.html](http://www.tabelle.info/recycling_code.html) (letzter Zugriff am 05.10.2014).
- [4] [www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3834.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3834.pdf) (letzter Zugriff am 17.9.2014).
- [5] Huntemann, H., Parchmann, I. (2000). Biologisch abbaubare Kunststoffe – Einordnung in ein neues Konzept für den Chemieunterricht. CHEMKON 7, 15 – 19.
- [6] Garbe, D. et al. (2014). Nachhaltige Baustoffe für die Kunststoff-Herstellung. Chemie in unserer Zeit 48, 284 – 295.
- [7] Krätz, O. (2004). Aufstieg und Niedergang des Galaliths. Chemie in unserer Zeit 38, 133 – 137.
- [8] [http://www.chemieunterricht.de/dc2/nachwroh/nrv\\_03.htm](http://www.chemieunterricht.de/dc2/nachwroh/nrv_03.htm), letzter Zugriff am 9.10.2014

Viel Spaß wünschen die CHEMKON-Redaktion und das IChO-Aufgabenteam!